

# HIGHLY EFFICIENT WHITE LIGHT-EMITTING DIODE

**Publication number:** JP2001217467 (A)

**Publication date:** 2001-08-10

**Inventor(s):** CHIU CHIENCHIA; CHIN SHUREI; SHI KOKOKU +

**Applicant(s):** IND TECH RES INST +

**Classification:**


- international: *H01L33/32; H01L33/34; H01L33/42; H01L33/46; H01L33/50; H01L33/54; H01L33/56; H01L33/62; H01L33/64; H01L33/00; (IPC1-7): H01L33/00*


- European: H01L33/22


**Application number:** JP20000347959 20001115

**Priority number(s):** TW20000101794 20000202

**Also published as:**

 US2001010449 (A1)

 US6614172 (B2)

 TW465123 (B)

**Abstract of JP 2001217467 (A)**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To increase the probability of the critical angle incidence of rays, to avoid the shielding of light of an electrode by a flip-chip system, and to increase the emission efficiency of a while light-emitting diode using a submount that is made of a material having a high heat transfer rate. **SOLUTION:** A transparent substrate that includes a submount having a light-emitting diode chip, a transparent substrate, a transparent ohmic electrode, a reflection mirror, a contact electrode, and a conductive wire and has a rough surface is arranged on the first surface of the diode chip, the transparent ohmic electrode is arranged on the second surface of the diode chip, the reflection film is formed on the transparent ohmic electrode, the diode chip is arranged on the submount with a high heat transfer property via the contact electrode and the solder paste, and a fluorescent resin body that absorbs one portion of rays and changes white light to visible rays while emitting rays with complementary color is provided at the upper portion of the diode chip.




---

Data supplied from the **espacenet** database — Worldwide

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-217467

(P2001-217467A)

(43)公開日 平成13年8月10日(2001.8.10)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>  
H 0 1 L 33/00

識別記号

F I  
H O 1 L 33/00

テ-マ-ト<sup>a</sup> (参考)

N

Λ

C

審査請求 有 請求項の数19 OL (全 10 頁)

(21)出願番号 特願2000-347959(P2000-347959)

(22)出願日 平成12年11月15日(2000.11.15)

(31)優先権主張番号 89101794

(32)優先日 平成12年2月2日(2000.2.2)

(33) 優先權主張国 台湾 (TW)

(71)出題人 390023582

財団法人工業技術研究院

台灣新竹縣竹東鎮中興路四段195號

(72)發明者 邱 建嘉

台灣台北市民權東路3段184巷1號6樓

(72)發明者 陳秋伶

台灣新竹縣竹東鎮明星路327巷8號1樓

(72) 發明者 史 光國

台灣新竹縣竹東鎮中興路四段195號

(74) 代理人 10008/767

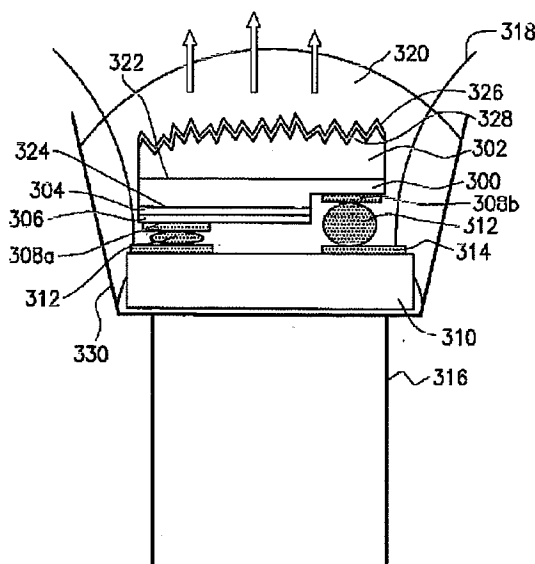
弁理士 西川 惠清 (外1名)

(54) 【発明の名称】 高効率白色発光ダイオード

(57) 【要約】

【課題】 光線の臨界角入射の確率を増やし、フリップチップ方式により電極の遮光を回避し、高伝熱率材料のサブマウントを用いて白色発光ダイオードの出光効率を高める。

【解決手段】 発光ダイオードチップ、透明基板、透明オーミック電極、反射膜、接触電極、導電線を有するサブマウントを含み、粗い表面を有する透明基板はダイオードチップの第1表面に配置され、透明オーミック電極はダイオードチップの第2表面に配置され、反射膜は透明オーミック電極上に形成され、高伝熱性のサブマウント上には接触電極とはんだペーストを介してダイオードチップが載置され、ダイオードチップの上方には、光線の一部を吸収し、補色光線を発して白色光を可視光にする蛍光樹脂体が設けられる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1表面と、第2表面とを有する発光ダイオードチップと、  
前記第1表面に配置され、粗い表面を有する透明基板と、  
前記第2表面に配置される透明オーミック電極と、  
前記透明オーミック電極に配置され、前記発光ダイオードチップとの間に前記透明オーミック電極を介在させる金属反射膜と、  
前記金属反射膜に配置され、これと電気的に接続する第1接触電極と、  
前記第2表面に配置される第2接触電極と、  
前記第1接触電極と前記第2接触電極にそれぞれ対応する、少なくとも2本以上の導電線を有し、前記発光ダイオードチップを載置させるサブマウントと、  
前記第1接触電極とこれに対応する方の前記導電線との間、および前記第2接触電極とこれに対応する他方の前記導電線との間にそれぞれ介在し、前記各電極を前記各導電線に電気的に接続するための複数のはんだペーストと、  
前記透明基板上に配置され、前記発光ダイオードチップを被覆する蛍光樹脂体とを含むことを特徴とする高効率白色発光ダイオード。

【請求項2】 第1表面と、第2表面とを有する発光ダイオードチップと、  
前記第1表面に配置され、粗い表面を有する透明基板と、  
前記第2表面に配置される透明オーミック電極と、  
前記透明オーミック電極の一部が露呈されるように前記透明オーミック電極に配置され、前記発光ダイオードチップとの間に前記透明オーミック電極を介在させる非金属反射膜と、  
前記非金属反射膜に配置され、前記透明オーミック電極の一部と電気的に接続する第1接触電極と、  
前記第2表面に配置される第2接触電極と、  
前記第1接触電極と前記第2接触電極にそれぞれ対応する、少なくとも2本以上の導電線を有し、フリップチップ方式により前記発光ダイオードチップを載置させるサブマウントと、  
前記第1接触電極とこれに対応する方の前記導電線との間、および前記第2接触電極とこれに対応する他方の前記導電線との間にそれぞれ介在し、前記各電極を前記各導電線に電気的に接続するための複数のはんだペーストと、  
前記透明基板上に配置され、前記発光ダイオードチップを被覆する蛍光樹脂体とを含むことを特徴とする高効率白色発光ダイオード。

【請求項3】 アレー配置により平面照明用装置を形成する白色発光ダイオードであって、  
第1表面と、第2表面とを有する発光ダイオードチップ

と、  
前記第1表面に配置され、粗い表面を有する透明基板と、  
前記第2表面に配置される透明オーミック電極と、  
前記透明オーミック電極に配置され、前記発光ダイオードチップとの間に前記透明オーミック電極を介在させる金属反射膜と、  
前記金属反射膜に配置され、これと電気的に接続する第1接触電極と、  
前記第2表面に配置される第2接触電極と、  
前記第1接触電極と前記第2接触電極にそれぞれ対応する、少なくとも2本以上の導電線を有し、前記発光ダイオードチップを載置させるサブマウントと、  
前記第1接触電極とこれに対応する方の前記導電線との間、および前記第2接触電極とこれに対応する他方の前記導電線との間にそれぞれ介在し、前記各電極を前記各導電線に電気的に接続するための複数のはんだペーストと、  
前記透明基板上に配置され、前記発光ダイオードチップを被覆する蛍光樹脂体とを含むことを特徴とする高効率白色発光ダイオード。

【請求項4】 アレー配置により平面照明用装置を形成する白色発光ダイオードであって、  
第1表面と、第2表面とを有する発光ダイオードチップと、  
前記第1表面に配置され、粗い表面を有する透明基板と、  
前記第2表面に配置される透明オーミック電極と、  
前記透明オーミック電極の一部が露呈されるように前記透明オーミック電極に配置され、前記発光ダイオードチップとの間に前記透明オーミック電極を介在させる非金属反射膜と、  
前記非金属反射膜に配置され、前記透明オーミック電極の一部と電気的に接続する第1接触電極と、  
前記第2表面に配置される第2接触電極と、  
前記第1接触電極と前記第2接触電極にそれぞれ対応する、少なくとも2本以上の導電線を有し、フリップチップ方式により前記発光ダイオードチップを載置させるサブマウントと、  
前記第1接触電極とこれに対応する方の前記導電線との間、および前記第2接触電極とこれに対応する他方の前記導電線との間にそれぞれ介在し、前記各電極を前記各導電線に電気的に接続するための複数のはんだペーストと、  
前記透明基板上に配置され、前記発光ダイオードチップを被覆する蛍光樹脂体とを含むことを特徴とする高効率白色発光ダイオード。

【請求項5】 上記発光ダイオードチップは、青色発光ダイオードチップを含むことを特徴とする請求項1乃至4のいずれかに記載の高効率白色発光ダイオード。

【請求項6】 上記蛍光樹脂体は、蛍光粉体を含有し、上記発光ダイオードチップから発せられた光線の一部を吸収して補色光線を発し、白色光を形成させるものであることを特徴とする請求項1乃至4のいずれかに記載の高効率白色発光ダイオード。

【請求項7】 上記透明基板の粗い表面の凹凸度は、 $0.1\mu\text{m}$ ～ $1.0\mu\text{m}$ であることを特徴とする請求項1乃至4のいずれかに記載の高効率白色発光ダイオード。

【請求項8】 上記粗い表面は、規則的な凹凸面を含むものであることを特徴とする請求項1乃至4のいずれかに記載の高効率白色発光ダイオード。

【請求項9】 上記粗い表面の上に、出光率を高めるための反射防止膜を設置することを特徴とする請求項1乃至4のいずれかに記載の高効率白色発光ダイオード。

【請求項10】 上記金属反射膜は、銀およびアルミニウムのいずれかであることを特徴とする請求項1もしくは3に記載の高効率白色発光ダイオード。

【請求項11】 上記サブマウントは、高伝熱材料を含むものであることを特徴とする請求項1乃至4のいずれかに記載の高効率白色発光ダイオード。

【請求項12】 上記サブマウントは、人工ダイヤモンド、窒化アルミニウム、酸化アルミニウム、炭化ケイ素からなるグループより選択されるものであることを特徴とする請求項11に記載の高効率白色発光ダイオード。

【請求項13】 上記はんだペーストは、錫-金合金、錫-鉛合金、錫-銀合金、インジウムからなるグループより選択されるものであることを特徴とする請求項1乃至4のいずれかに記載の高効率白色発光ダイオード。

【請求項14】 上記サブマウントが載置されるカップを有するリードフレームと、上記2本の導電線と前記リードフレームの間にそれぞれ配置され、両者を電氣的に接続するための2本のリード線とを含むことを特徴とする請求項1もしくは2に記載の高効率白色発光ダイオード。

【請求項15】 上記2本のリード線が、金およびアルミニウムから選択されるものであることを特徴とする請求項14に記載の高効率白色発光ダイオード。

【請求項16】 上記サブマウントは、第1表面と第2表面を有し、2本の上記導電線が前記サブマウントの第1表面から延伸して前記サブマウントの第2表面に至るように設けられ、前記サブマウントの第2表面に位置する部分の前記導電線が、表面実装技術により外部デバイスと電氣的に接続可能となるものであることを特徴とする請求項1もしくは2に記載の高効率白色発光ダイオード。

【請求項17】 上記非金属反射膜は、上記透明オーミック電極上に複数の高効率屈折光学膜と複数の低効率屈折光学膜とを交互に堆積して形成したものであることを特徴とする請求項2もしくは4に記載の高効率白色発光ダイオード。

【請求項18】 上記高屈折率光学膜は、三酸化ビスマス、三酸化アンチモン、酸化セリウム、二酸化チタン、酸化ジルコニウムからなるグループより選択されるものであることを特徴とする請求項17に記載の高効率白色発光ダイオード。

【請求項19】 上記低屈折率光学膜は、フッ素カルシウム、フッ素マグネシウム、二酸化ケイ素、酸化アルミニウムからなるグループより選択されるものであることを特徴とする請求項17に記載の高効率白色発光ダイオード。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、発光ダイオードに関し、特に、高効率白色発光ダイオードの構造に関するものである。

【0002】

【従来の技術】発光ダイオード(Light Emitting Diode, LED)は、p型半導体とn型半導体を接合させてから、それぞれを正極と負極に接続させ、順方向に圧力をかけて、p型半導体の正孔とn型半導体の電子をpn接合部(pn Junction)近辺にて結合させることで発光する、という原理の半導体デバイスであり、電気エネルギーを光エネルギーに変換させ、その変換効率が高いものである。各種の色を発光するダイオード、例えば、赤色発光ダイオード、黄色発光ダイオードなどが次々に開発され、すでに量産されるに至っている。

【0003】そして今日、白色発光ダイオードの開発もなされた。これは、光源である青色発光ダイオードの青色光の一部を蛍光物質により吸収し、黄色または黄緑色に変換させた後、残余の青色光、黄色光、または、黄緑光を混色させ、白色光を形成するという原理のものである。図1に、日亜化学工業株式会社による欧州特許第EP0936682号にかかる発明の白色発光ダイオードの構造説明図を示す。これによれば、青色発光ダイオードチップ102は、発光面を上向きに、基板104を下向きにして、リードフレーム112のカップ内に貼り付けられ、さらに、ワイヤーボンディング方式によりリード線108が作製されるという構造を有する。そして、セリウム(Cerium, Ce)で付活されたイットリウム-アルミニウム-ガーネット(Yttrium Aluminum Garnet, YAG)系蛍光体が青色発光ダイオードチップ102にコーティングされた後、透明エポキシ樹脂110でモールドされ、ランプ100が形成されている。

【0004】図2に示すのは、松下電子工業株式会社による国際特許第WO98/34285号の、フリップチップ(Flip Chip, F/C)方式による青色発光ダイオード及びその製造方法である。図示されるように、青色発光ダイオード200は、透明基板212を上向きに、発光ダイオードチップ216の発光面を裏返しに設置して作製されており、また、発光ダイオードチップ216の

p電極204aとn電極204bは、金マイクロバンプ(Au Micro Bump)214a、214bを介し、シリコン材202のn電極206aと206bに接続されている。このシリコン材202は、リードフレーム208に貼り付けられ、さらにワイヤーボンディング方式によってリード線210が形成され、最後にモールド(成型)を行ない、青色発光ダイオード電子部品が完成される。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】上記した白色発光ダイオードに採用されている青色発光ダイオードチップは、発光表面が平坦であるため、屈折の法則(Snell's Law)から、臨界角 $\theta_c = \sin^{-1}(n_2/n_1)$ 、ここに、 $n_2$ 、 $n_1$ はそれぞれ半導体と半導体周辺材料の屈折率であり、 $n_1 = 3.4$ 、 $n_2 = 1.5$ であり、 $\theta_c = 27^\circ$ とである。これによれば、円錐体内の光だけが半導体表面から出射されるのであり、故に光の出力効率は制限を受けることになる。さらに、発光ダイオードチップは正方向に配置されているため、基板を裏返しに設置し、且つ、p-電極とn-電極が同時に出光面に存在したとしても、電極面積の一部が発光ダイオードチップから発せられた光線の出射を妨げ、出光効率に影響を及ぼす。

【0006】また、上記した青色発光ダイオード電子部品は、青色発光ダイオードチップをシリコン材上に貼り付けるという方式によって作製されている。発光ダイオードの動作電流が20mAであるとき、シリコン材は、その熱特性及び電気特性からして、発光ダイオードのサブマウント(Submount)として、なお適用に耐えることができる。しかし、高効率発光ダイオードは動作電流が比較的大きいことから、サブマウントの特性に対する要求も高くなるため、この場合、シリコン材は発光ダイオードのサブマウントとして、適用に耐えなくなってしまう、という問題があった。

【0007】上記問題に鑑みて、本発明は、発光ダイオードチップの出光面を粗くし、光線が臨界角に入射する確率を大きくすることにより、光の出力効率を高めることを目的とするものである。

【0008】また、本発明の白色発光ダイオードの構造は、フリップチップ方式を採用し、電極の遮光を回避し、効果的に白色発光ダイオードの出光効率を向上させることも目的としている。

【0009】さらに、本発明は、高伝熱率材料によるサブマウントを用い、白色発光ダイオードの入出力効率を高めることをその目的としている。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、請求項1にかかる発明の高効率白色発光ダイオードは、第1表面と第2表面とを有する発光ダイオードチップと、第1表面に配置され、粗い表面を有する透明基板と、第2表面に配置される透明オーミック電極と、透明オーミック電極に配置され、発光ダイオードチップとの

間に透明オーミック電極を介在させる金属反射膜と、金属反射膜に配置され、これと電気的に接続する第1接触電極と、第2表面に配置される第2接触電極と、第1接触電極と第2接触電極にそれぞれ対応する、少なくとも2本以上の導電線を有し、発光ダイオードチップを載置させるサブマウントと、第1接触電極とこれに対応する方の前記導電線との間、および第2接触電極とこれに対応する他方の前記導電線との間にそれぞれ介在し、各電極を各導電線に電気的に接続するための複数ののはんだペーストと、透明基板上に配置され、発光ダイオードチップを被覆する蛍光樹脂体とを含むことを特徴とするものである。

【0011】また、請求項2にかかる発明の高効率白色発光ダイオードは、第1表面と第2表面とを有する発光ダイオードチップと、第1表面に配置され、粗い表面を有する透明基板と、第2表面に配置される透明オーミック電極と、透明オーミック電極の一部が露呈されるように透明オーミック電極に配置され、発光ダイオードチップとの間に透明オーミック電極を介在させる非金属反射膜と、非金属反射膜に配置され、透明オーミック電極の一部と電気的に接続する第1接触電極と、第2表面に配置される第2接触電極と、第1接触電極と第2接触電極にそれぞれ対応する、少なくとも2本以上の導電線を有し、フリップチップ方式により発光ダイオードチップを載置させるサブマウントと、第1接触電極とこれに対応する方の導電線との間、および第2接触電極とこれに対応する他方の記導電線との間にそれぞれ介在し、各電極を各導電線に電気的に接続するための複数ののはんだペーストと、透明基板上に配置され、発光ダイオードチップを被覆する蛍光樹脂体とを含むことを特徴とするものである。

【0012】また、請求項3にかかる発明の高効率白色発光ダイオードは、アレー配置により平面照明用装置を形成する白色発光ダイオードであって、第1表面と第2表面とを有する発光ダイオードチップと、第1表面に配置され、粗い表面を有する透明基板と、第2表面に配置される透明オーミック電極と、透明オーミック電極に配置され、発光ダイオードチップとの間に透明オーミック電極を介在させる金属反射膜と、金属反射膜に配置され、これと電気的に接続する第1接触電極と、第2表面に配置される第2接触電極と、第1接触電極と第2接触電極にそれぞれ対応する、少なくとも2本以上の導電線を有し、発光ダイオードチップを載置させるサブマウントと、第1接触電極とこれに対応する方の導電線との間、および第2接触電極とこれに対応する他方の導電線との間にそれぞれ介在し、各電極を各導電線に電気的に接続するための複数ののはんだペーストと、透明基板上に配置され、発光ダイオードチップを被覆する蛍光樹脂体とを含むことを特徴とするものである。

【0013】また、請求項4にかかる発明の高効率白色

発光ダイオードは、アレー配置により平面照明用装置を形成する白色発光ダイオードであって、第1表面と第2表面とを有する発光ダイオードチップと、第1表面に配置され、粗い表面を有する透明基板と、第2表面に配置される透明オーミック電極と、透明オーミック電極の一部が露呈されるように透明オーミック電極に配置され、発光ダイオードチップとの間に透明オーミック電極を介在させる非金属反射膜と、非金属反射膜に配置され、透明オーミック電極の一部と電氣的に接続する第1接触電極と、第2表面に配置される第2接触電極と、第1接触電極と第2接触電極にそれぞれ対応する、少なくとも2本以上の導電線を有し、フリップチップ方式により発光ダイオードチップを載置させるサブマウントと、第1接触電極とこれに対応する方の導電線との間、および第2接触電極とこれに対応する他方の導電線との間にそれぞれ介在し、各電極を各導電線に電氣的に接続するための複数のはんだペーストと、透明基板上に配置され、発光ダイオードチップを被覆する蛍光樹脂体とを含むことを特徴とするものである。

【0014】請求項5にかかる発明は、請求項1乃至4のいずれかに記載の高効率白色発光ダイオードにおいて、発光ダイオードチップが、青色発光ダイオードチップを含むことを特徴とする。

【0015】さらに、請求項6にかかる発明は、請求項1乃至4のいずれかに記載の高効率白色発光ダイオードにおいて、上記蛍光樹脂体が、蛍光粉体を含有し、上記発光ダイオードチップから発せられた光線の一部を吸収して補色光線を生じ、白色光を形成させるものであることを特徴とする。

【0016】また、請求項7にかかる発明は、請求項1乃至4のいずれかに記載の高効率白色発光ダイオードにおいて、透明基板の粗い表面の凹凸度が、 $0.1\mu\text{m}\sim 1.0\mu\text{m}$ であることを特徴とする。

【0017】また、請求項8にかかる発明は、請求項1乃至4のいずれかに記載の高効率白色発光ダイオードにおいて、粗い表面が、規則的な凹凸面を含むものであることを特徴とする。

【0018】また、請求項9にかかる発明は、請求項1乃至4のいずれかに記載の高効率白色発光ダイオードにおいて、粗い表面の上に、出光率を高めるための反射防止膜を設置することを特徴とする。

【0019】また、請求項10にかかる発明は、請求項1もしくは3に記載の高効率白色発光ダイオードにおいて、金属反射膜が、銀およびアルミニウムのいずれかであることを特徴とする。

【0020】また、請求項11にかかる発明は、請求項1乃至4のいずれかに記載の高効率白色発光ダイオードにおいて、サブマウントが、高伝熱材料を含むものであることを特徴とする。

【0021】また、請求項12にかかる発明は、請求項

11に記載の高効率白色発光ダイオードにおいて、サブマウントが、人工ダイヤモンド、窒化アルミニウム、酸化アルミニウム、炭化ケイ素からなるグループより選択されるものであることを特徴とする。

【0022】また、請求項13にかかる発明は、請求項1乃至4のいずれかに記載の高効率白色発光ダイオードにおいて、はんだペーストが、錫-金合金、錫-鉛合金、錫-銀合金、インジウムからなるグループより選択されるものであることを特徴とする。

【0023】また、請求項14にかかる発明は、請求項1もしくは2に記載の高効率白色発光ダイオードにおいて、サブマウントが載置されるカップを有するリードフレームと、2本の導電線と前記リードフレームの間にそれぞれ配置され、両者を電氣的に接続するための2本のリード線とを含むことを特徴とする。

【0024】また、請求項15にかかる発明は、請求項14に記載の高効率白色発光ダイオードにおいて、2本のリード線が、金およびアルミニウムから選択されるものであることを特徴とする。

【0025】また、請求項16にかかる発明は、請求項1もしくは2に記載の高効率白色発光ダイオードにおいて、サブマウントが、第1表面と第2表面を有し、2本の導電線がサブマウントの第1表面から延伸してサブマウントの第2表面に至るように設けられ、サブマウントの第2表面に位置する部分の導電線が、表面実装技術により外部デバイスと電氣的に接続可能となるものであることを特徴とする。

【0026】また、請求項17にかかる発明は、請求項2もしくは4に記載の高効率白色発光ダイオードにおいて、非金属反射膜が、透明オーミック電極上に複数の高効率屈折光学膜と複数の低効率屈折光学膜とを交互に堆積して形成したものであることを特徴とする。

【0027】また、請求項18にかかる発明は、請求項17に記載の高効率白色発光ダイオードにおいて、高屈折率光学膜が、三酸化ビスマス、三酸化アンチモン、酸化セリウム、二酸化チタン、酸化ジルコニウムからなるグループより選択されるものであることを特徴とする。

【0028】また、請求項19にかかる発明は、請求項17に記載の高効率白色発光ダイオードにおいて、低屈折率光学膜が、フッ素カルシウム、フッ素マグネシウム、二酸化ケイ素、酸化アルミニウムからなるグループより選択されるものであることを特徴とする。

【0029】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施例を、添付図面を参照しながら詳細に説明する。

〔第1実施例〕図3に示すように、本発明にかかる白色発光ダイオードは、第1表面322と第2表面324を有する発光ダイオードチップ300と、粗い表面328を有する透明基板302と、反射防止膜326と、透明オーミック電極304と、反射膜306と、第1接触電

極308aと、第2接触電極308bと、発光ダイオードチップ300を載置させ、導電線314を有するサブマウント310と、はんだペースト312と、蛍光樹脂体320等を含む構成からなっている。

【0030】図3からわかるように、透明基板302は、発光ダイオードチップの第1表面322に配置されているため、透明基板302の粗い表面328は接合面の外側に位置されることとなる。また、透明オーミック電極304は発光ダイオードチップの第2表面324に、反射膜306は透明オーミック電極304に配置されているため、透明オーミック電極304は、反射膜306と発光ダイオードチップ300間に介在することとなる。第1接触電極308aと第2接触電極308bは、それぞれ反射膜306と発光ダイオードチップ308の外側に配置されている。尚、以下の説明において、透明オーミック電極304と、反射膜306と、第1接触電極308aとを合わせてp型電極と呼び、また、第2接触電極308bをn型電極と呼ぶ。

【0031】発光ダイオードチップ上の第1接触電極308aおよび第2接触電極308bは、はんだペースト312を介してそれぞれサブマウント310上の導電線314に電気的に接触されているため、外部電源(図示せず)と接続可能な状態となる。また、粗い表面による発光ダイオードチップ300が発する光線の反射を抑制し、光線をスムーズに粗い表面328から出射させ、発光ダイオードデバイス全体の出射効率を高めるため、透明基板302の粗い表面328上に反射防止膜(Anti-Reflection Coating, ARC)326を設けても良い。この際、反射防止膜326は、粗い表面328と共焦点形(Conformal)する。

【0032】発光ダイオードチップ300、サブマウント310及びその他の部品は、リードフレーム316のカップ330内に搭載される。リード線318は、サブマウント310上の導電線314と、リードフレーム316との間に設けられ、両者を電気的に接続させる。このリード線318の材料としては、金(Au)やアルミニウム(Al)などが挙げられる。また、接続方式としては、ワイヤーボンディングなどを用いる。

【0033】リードフレーム316のカップ330内には、蛍光樹脂体320、反射防止膜326、透明基板302、発光ダイオードチップ300、及びサブマウント310などの部品が搭載されており、これらの構造により、発光ダイオードチップ300が発する波長の光の一部が吸収され、これに相当する光線が発生されて、白色光が可視光となる。

【0034】図1に示したような従来の白色発光ダイオードは、発光ダイオードチップの表面が平坦であるため、その光出射率は10%しかない。そこで、本発明は、出光効率を高めるために、出光表面を凹凸に形成した。こうすることにより、境界面における光の入射と出

射との関係、条件が変わるため、凹凸度に調整を加えることで、入射光が臨界角に入る確率を増加させることができる。特に、入射光が何度か反射された状況の下において、その効果はより明らかとなる。

【0035】また、本発明は、フリップチップ方式を用いた発光ダイオードチップ構造を採用しており、さらに、透明基板302を発光ダイオードチップ300上に配置して、透明基板302と第1表面322を接合させ、透明基板302が所望の形状の粗い表面328を提供できるようにしてある。この粗い表面328の形成方法としては、研磨による不規則な凹凸の形成、または、フォトリソグラフィー(Photolithography)技術とエッチング技術による規則的、若しくは、周期的変化を呈する凹凸の形成などが含まれる。粗い表面328の表面粗さは、約0.1 $\mu$ mから1.0 $\mu$ mの間が好適な範囲である。そして、粗い表面328の外側に反射防止膜326を配置することにより、更に出光効率が高まる。

【0036】透明オーミック電極304が発光ダイオードチップの第2表面324に配置されているのは、発光ダイオードチップ中のp型トランジスタと良好なオーミック接触を形成させて、p型トランジスタ表面に電流を平均的に分布させ、遮光の現象を回避するとともに、透明オーミック電極304と接着状態にある反射膜306の効果をより高めるためである。透明オーミック電極304に貼設されている反射膜306は、金属メッキ層、または、非金属材料の組合わせなどから選択することができる。本実施例においては、反射膜306がp型トランジスタとオーミック接触を形成する必要がないため、その材料は、銀(Ag)、アルミニウム(Al)等のような純金属を含むものとする。

【0037】反射膜306と、発光ダイオードチップ300の外側に、それぞれ配置される第1接触電極308aと第2接触電極308bは、発光ダイオードチップ300を外部電源と電気的に接続させる経路となり、電流を発光ダイオードチップ外部から透明オーミック電極304へと導入させるものである。反射膜306は金属メッキ層からなるため、第1接触電極308aを直接該反射膜306上に作製することができる。

【0038】さらに、これらの接触電極308a、308bは、良好なはんだ付け性を有しているため、はんだペースト312と反応して結合することができる。はんだペースト312が拡散し透明オーミック電極312に進入することによる部品の劣化を防ぐことができる。第1接触電極308aと第2接触電極308bは、2層、または、2層以上の金属層から構成され、反射膜306と接合する内層の金属材料としては、プラチナ(Pt)、ニッケル(Ni)などを用い、また、外層の金属材料としては、金(Au)、銅(Cu)などを用いることができる。

【0039】従来の発光ダイオードランプは、銀ベース

ト(Ag Paste)で発光ダイオードチップをリードフレーム上に貼り付けて形成されている。しかし、発光ダイオードの動作電流が20mAとなったとき、銀ペーストの熱伝導率及び熱膨張係数などの特性に起因して、発光ダイオードデバイスの劣化が促進され、更には機能不可能となる恐れがある。そのため、高効率の発光ダイオードに銀ペーストを用いるのは適当ではない。これに対し、本発明は伝熱係数が高く、発光ダイオードチップ材料との熱膨張係数差が小さい材料を発光ダイオードチップ300のサブマウント310としている。さらに、従来の技術における銀ペーストをはんだペースト312に置き換え、これを発光ダイオードチップ300とサブマウント310間の接着剤とし、且つ、フリップチップ方式により、ダイオードチップ300をサブマウント310に固着させている。はんだペースト312の材料としては、錫-金合金(AuSn)、錫-鉛合金(PbSn)、錫-銀合金(AgSn)、または、インジウムを使用することが好ましい。

【0040】本発明のサブマウント310は、高熱伝導率材料の基板からなるものであり、その材料としては、炭化ケイ素(Silicon Carbide, SiC)、窒化アルミニウム(Aluminum Nitride, AlN)、酸化アルミニウム(Aluminum Oxide, AlOx)、化学的気相成長法(Chemical Vapor Deposition, CVD)によって形成された人工ダイヤモンド薄膜等を使用することが好ましい。また、本発明においては、サブマウント310とはんだペースト312が設置されているため、発光ダイオードチップ300が発光する際に発せられる熱量が、サブマウント310から高速にデバイスへ伝導され、従って、高効率の発光ダイオードに適用することができ、さらに、発光ダイオードの動作電流を約50mAから70mAにまで高められるため、高効率操作の目的が達成される。

【0041】導電線314は、電気メッキ(Plating)、または、薄膜技術(Thin Film Technology)などの方法により、サブマウント310上に形成される。そして、導電線314の材料は、はんだペースト312と良好な接着性を有する必要がある、且つ、ワイヤーボンディングが行なえる、金(Au)、銀(Ag)などを用いる。さらに、フォトリソグラフィに、蒸着(Evaporation)、電気メッキ、スクリーン印刷(Screen Printing)または、外部端子ボール付け技術(Planting)などの技術を組合わせ、導電線314上にはんだペーストバンプ(Solder Bump)を形成させる。尚、はんだペースト312は、p、n型電極にそれぞれ対置して設けられる。

【0042】はんだペースト312の形状は、円柱形、若しくは、その他の形状でもよく、寸法は、p、n電極よりも約2分の1から3分の1ほど小さく、高さは、5 $\mu$ mから50 $\mu$ mとすることが好ましい。はんだペースト312は、サブマウント310上、または、発光ダイオードチップのp、n電極上に形成してもよい。はんだペースト312を発光ダイオードチップのp、n電極上

に形成する場合、発光ダイオードチップ300とサブマウント310に、両者が粘着するときに必要な位置合わせ(Alignment)精度の範囲が広くなり、且つ、フリップチップボンディング機器を用いなくても、チップの貼り付けが行なえる。

【0043】発光ダイオードチップ300は、透明基板302を上向きにして貼り付けられているので、はんだペースト312がサブマウント310上にあるとき、発光ダイオードチップ300のp、n電極の位置、及びサブマウント310とはんだペースト312の位置をフリップチップボンディング機器で確認しながら、位置合わせ、加圧着などの操作を行なうことができる。故に、発光ダイオードチップ300とサブマウント310の貼り付け作業は1回で完成される。また、予めサブマウント310を切り分けることをせず、すべての発光ダイオードチップの位置合わせが完了し、これを放置した後、加圧着し、1度に加熱してサブマウントと粘着させ、続いて、粘着したものを切断して複数の発光ダイオードチップとサブマウントを作製してもよい。後者の製造過程の長所は、これに採用するボンディング機器は加熱機能を具備する必要がないため、機器の設計及び構造が簡単化され、コストを低下させることができる。さらに、製造が快速に行なえ、量産が容易になることもこの種の機器のメリットである。尚、はんだペーストと発光ダイオードチップは、未加熱の状態において粘着性を有していないため、はんだ付け剤(Flux)を使用し、発光ダイオードチップが放置後に振動によって偏移、剥離するのを防止する必要がある。そして、製造過程の後半の段階において、はんだ付け剤を洗浄する。

【0044】ランプ型発光ダイオードを封止するには、熱伝導の高い樹脂体で発光ダイオードチップ300のサブマウント310をリードフレーム316のカップ330内に固定する。この際、発光ダイオードチップ300の辺縁から出射する光線が、カップ330によって反射、集合されて出射できるよう、発光ダイオードチップ300の出光表面は、カップ330の辺縁よりもかなり低くする必要がある。さらに、リード線318により、サブマウント310上の導電線とリードフレーム316を電気的に接触させ、最後に、蛍光粉体を含んだ透明樹脂体320をカップ320内に注ぎ込んだら、発光ダイオードチップ300を完全に被覆するか、または、外側に延伸させ、各種形式のレンズを形成する。

【0045】蛍光樹脂体320中の蛍光粉体は、発光ダイオードチップの本来の色が有するエネルギーを吸収し、光線を発する。そして、発光ダイオードチップと蛍光粉体の2種類の色が混色し、白色の光が出力される。発光ダイオードチップが発する本来の光が青色光だとすると、蛍光粉体には青色光を吸収して黄色光を発生させる有機材料、若しくは、無機材料を採用するものとする。また、発光ダイオードチップが発する光が紫外光(U



ltraviolet, UV)であれば、蛍光粉体には、紫外光を吸収し、赤、青、緑色の三色を発する有機材料、若しくは、無機材料を採用するものとする。

【0046】次に、本発明の第1実施例にかかる別の形態の高効率白色発光ダイオードの構造説明図を図2に示す。その構造は、図3の発光ダイオードと大体において類似しており、第1表面422と第2表面とを含む発光ダイオードチップ400と、凹凸表面428を有する透明基板402と、反射防止膜426と、透明オーミック電極404と、反射膜406、第1接触電極408a及び第2接触電極408bと、発光ダイオード400を載置させ、導電線414を有するサブマウント410と、はんだペースト412及び蛍光樹脂体420とから構成されている。

【0047】図4の反射膜406は、非金属材料から構成されているため、第1接触電極408aを透明オーミック電極404と直接電氣的に接続させて導電させるため、透明オーミック電極404の一部を露出させる必要があり、従って、反射膜406の一部を除去しなくてはならない。高屈折率の光学薄膜と低屈折率の光学薄膜を交互に堆積することにより、それぞれ異なった目的を有する干渉多層膜を作製することができる。よって、この光学混合膜は、反射膜406に適用できる。

【0048】図5は、図4における非金属反射膜の断面図を示したものである。反射膜500(図4における反射膜406)は、透明オーミック電極(図4における透明オーミック電極404)上に、高屈折率光学薄膜502a、502bと、低屈折率光学薄膜504a、504bを交互に成長させて形成したものである。尚、高屈折率光学薄膜502a、502b、及び低屈折率光学薄膜504a、504bの層数について、特に制限はない。高屈折率光学薄膜502a、502bには、屈折率が2より大きい材料を選び、三酸化ビスマス(Bismuth Trioxide,  $\text{Bi}_2\text{O}_3$ )、三酸化アンチモン(Antimony Oxide,  $\text{Sb}_2\text{O}_3$ )、酸化セリウム(Cerium Oxide,  $\text{CeO}_2$ )、二酸化チタン(Titanium Dioxide,  $\text{TiO}_2$ )、酸化ジルコニウム(Zirconium Dioxide,  $\text{ZrO}_2$ )などは好適な例である。また、低屈折率光学薄膜504a、504bには、屈折率が1.5より小さい材料を選び、フッ素カルシウム(Calcium Fluoride,  $\text{CaF}_2$ )、フッ素マグネシウム(Magnesium Fluoride,  $\text{MgF}_2$ )、二酸化ケイ素(Silicon Dioxide,  $\text{SiO}_2$ )、酸化アルミニウムなどが好適な例として挙げられる。

【0049】図4における、発光ダイオードチップ400と、透明基板402と、反射防止膜426と、透明オーミック電極404と、第2接触電極408bと、発光ダイオードチップ400を載置させ、導電線414を備えるサブマウント410と、はんだペースト412と、蛍光樹脂体420とを具備するデバイスは、図3で示したデバイスと対応する各部品の配置方式、材料と同様の

ものを採用することができる。

【第2実施例】白色発光ダイオードを封止して、表面実装型デバイス(Surface Mounting Device)としてもよい。図6に示すのは、本発明にかかる第2実施例の表面実装技術(Surface Mounting Technology, SMT)型構造説明図である。第1実施例の図3の構造に類似して、本実施例の表面実装型白色発光ダイオードも、第1表面622と第2表面624を有する発光ダイオードチップ600と、粗い表面628を有する透明基板602と、反射防止膜626と、透明オーミック電極604と、反射膜606と、第1接触電極608a及び第2接触電極608bと、発光ダイオードチップ600を載置し、導電線614を有するサブマウント610と、はんだペースト612と、蛍光樹脂体620とを具備するものである。

【0050】図6に示すように、サブマウント600は第1表面630と第2表面632とを有しており、第1表面630には発光ダイオードチップ600が載置される。第1表面630と第2表面632には、それぞれ導電線614が設けられている。この第1表面630と第2表面632の両導電線614は、電氣的に導通しており、即ち、サブマウント610上に配置された導電線614は、第1表面630から延伸して第2表面632に至っている。本実施例にかかる白色発光ダイオードは、第2表面632の導電線614を介して、表面実装技術により、外部のデバイス(図示せず)と電氣的に接続される。

【0051】本発明にかかる第2実施の発光ダイオードの作製も、第1実施例において記述したのと同様の方式を採用する。例えば、サブマウント610を前もって切断せずに、まず、すべての発光ダイオードチップ600を裏返し、加熱溶融により接合させ、封止する、などの作業を行なった後に、1個1個のデバイスに切り分ける。

【0052】第1実施例における図3と同様に、透明オーミック電極604に粘着された反射膜606の材料としては、金属メッキ、若しくは、非金属材料の組合わせのいずれかを選択することができる。反射膜606が金属メッキから構成されている場合、発光ダイオードチップ600、透明基板602、反射防止膜626、透明オーミック電極612、第1接触電極608a、第2接触電極608b、サブマウント610、はんだペースト612、及び蛍光樹脂体620などの各部品は、その配置方式と各部品に使用する材料において、第1実施例の図3の場合と同様のものを使用することができる。

【0053】また、反射膜606が非金属材料で構成されている場合は、透明オーミック電極、反射膜、接触電極間の対応及び接続関係において、第1実施例の図4の場合と同様である。つまり、接触電極と透明オーミック電極を直接電氣的に接続させ、電流を導通可能とするバ

く、透明オーミック電極の一部を露呈させる必要があり、そのために、反射膜の一部を除去しなくてはならない。故に、図6においては、本発明を説明する一例として、透明オーミック電極、反射膜、接触電極間の接続関係を示しているが、これによって本発明の範囲が限定されるものではない。また、反射膜が非金属材料で構成されている場合、高屈折率光学薄膜と低屈折率光学薄膜を交互に堆積させて所望の反射膜を形成してもよく、この場合の構造は図5のものと実質的に同じである。

【0054】本実施例の白色発光ダイオードは、表面実装技術により作製されているため、ワイヤーボンディングによる接合の必要がなくなり、部品の微小化が実現される。よって、近年における電子デバイスに対する軽量化、薄型化、小型化といったニーズに、十分応えることができるものである。

【0055】また、本発明の白色発光ダイオードは、面積の大きい照明用の白色発光ダイオードとして適用することもできる。図7は、本発明の実施例に基いた照明用部品の構造を示す平面図である。図示されているように、この種の大面積照明用装置700は、すでに実施例において何度も説明した発光ダイオード702によって構成されるものである。そして、この白色発光ダイオード702は同一平面上に、アレー配置され、大面積照明用装置700を形成する。ここでは、白色発光ダイオードチップは、矩形形状に配列されている。

【0056】図7において、白色発光ダイオード702は円形を呈し、矩形形状に配列されているが、これは本発明の一例にすぎず、発明の範囲を限定するものではない。適宜必要に応じ、白色発光ダイオード702は、その他の各種形状、配列をとることができる。

【0057】第2実施例の表面実装型白色発光ダイオードの構造は、ダイシングによる切り分け作業を行わなくても、発光ダイオードチップを搭載するサブマウントに蛍光樹脂体(蛍光粉体を含有する透明樹脂)を直接塗布すれば、液晶ディスプレイ等といった大面積の照明用光源を得ることができる。その製造過程は、サブマウントの導電線を、発光ダイオードの分布及び駆動回路に応じて設計する必要がある以外は、上記した実施例におけるそれとほぼ同様で、発光ダイオードチップを裏返し、過熱溶融により接合、固着させ、封止するといったステップでデバイスを完成させることができる。

【0058】以上のごとく、本発明を好適な実施例により開示したが、もとより、本発明を限定するためのものではなく、当業者であれば容易に理解できるように、本発明の技術思想の範囲内において、適当な変更ならびに修正が当然なしうものであるから、特許請求の範囲、及び、それと均等な領域を基準として定めなければならない。

【0059】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、

透明基板の表面を粗くし、特殊なp型電極及びフリップチップボンディングを採用したことにより、高効率の青色発光ダイオードを作製することができ、さらに、適度な蛍光粉体を添加することによって、高効率の白色発光ダイオードを提供することができる。

【0060】また、透明基板の表面が粗くなった結果、出光率が大幅に向上され、フリップチップボンディングにより、表面発光面積を100%まで増加させることができる。さらに、適度に添加された蛍光粉体は、発光ダイオードチップが発する光線を白色に変換させる。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来技術にかかる白色発光ダイオードの構造説明図である。

【図2】従来の技術にかかるフリップチップ方式による青色発光ダイオードの構造説明図である。

【図3】本発明にかかる第1実施例の金属反射膜を有する高効率白色発光ダイオードを示す構造説明図である。

【図4】本発明にかかる非金属反射膜を有する高効率白色発光ダイオードを示す構造説明図である。

【図5】図4における非金属反射膜の断面図である。

【図6】本発明にかかる第2実施例の表面実装型の高効率白色発光ダイオードの構造説明図である。

【図7】本発明にかかる高効率白色発光ダイオードを用いて製造した平面照明デバイスの構造を示す平面図である。

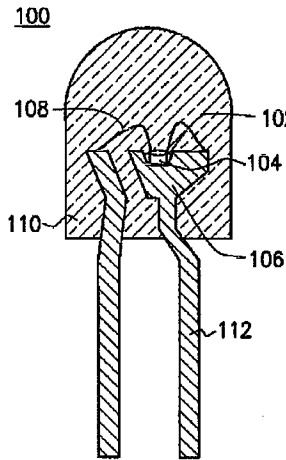
【符号の説明】

100、702 白色発光ダイオード  
102、216、300、400、600 発光ダイオードチップ  
104 基板  
106、330、430 カップ  
108、210、318、418 リード線  
110、透明エポキシ樹脂  
320、420、620 蛍光樹脂体  
112、208、316、416 リードフレーム  
200 青色発光ダイオード  
202 シリコン材  
204a、204b 青色発光ダイオード電極  
206a、206b シリコン材電極  
212、302、402、602 透明基板  
214a、214b 金マイクロバンパ  
304、404、604 透明オーミック電極  
306、406、500、606 反射膜  
308a、308b、408a、408b、608a、608b 接触電極  
310、410、610 サブマウント  
312、412、612 はんだペースト  
314、414、614 導電線  
322、422、622 発光ダイオードチップの第1表面

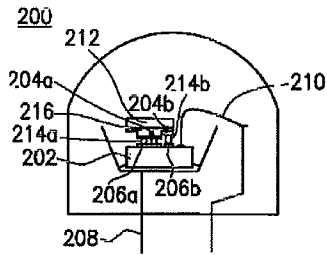
324、424、624 発光ダイオードチップの第2  
表面  
326、426、626 反射防止膜  
328、428、628 粗い表面

502a、502b 高屈折係数材料  
504a、504b 低屈折係数材料  
630、632 サブマウントの表面  
700 大面積照明用装置

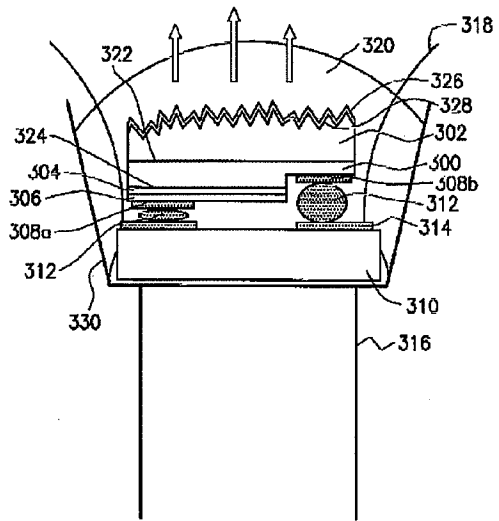
【図1】



【図2】

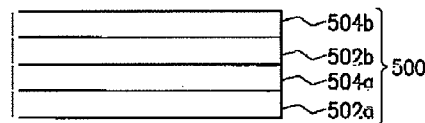
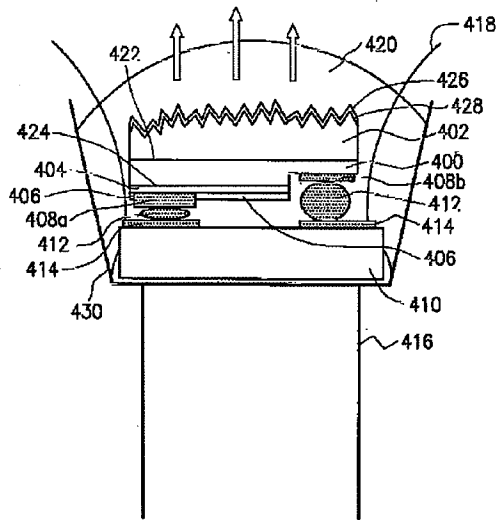


【図3】

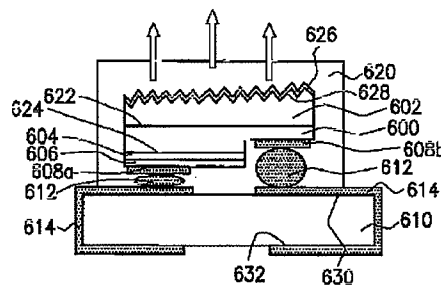


【図4】

【図5】



【図6】



【図7】

